

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-169088

(43)Date of publication of application : 14.06.2002

(51)Int.Cl. G02B 15/16  
G02B 13/18

(21)Application number : 2000-370178 (71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

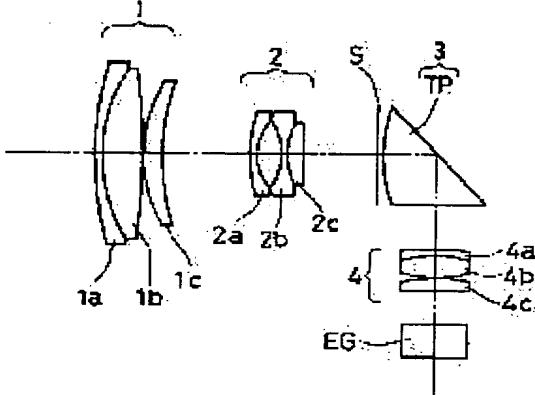
(22)Date of filing : 05.12.2000 (72)Inventor : KITAOKA YASUHISA  
SAIJO HIROYUKI

## (54) ZOOM LENS

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact high-performance zoom lens constituted of a small number of elements and having a short depth.

SOLUTION: The zoom lens is constituted of a 1st fixed lens group 1 having a positive refractive power, a 2nd lens group 2 having a negative refractive power and moving on an optical axis so as to vary the power, a 3rd fixed lens group 3 having a positive refractive power and a 4th lens group 4 having a positive refractive power and moving on the optical axis so as to keep an image field which is shifted due to the variable power or a change in an object distance in a fixed position, these groups are arranged in this order from the object side to the image field side. The 3rd lens group 3 is constituted of a prism TP whose convex faces the object side and which is provided with an incident surface having a curved surface of a prescribed curvature, an optical path converting surface for bending the optical path of the incident light made incident from the incident surface in a nearly vertical direction, and an exit surface facing the image field side, and a prism work and a refraction work are unified.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

THIS PAGE BLANK (USPS),

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The 1st lens group which is characterized by providing the following, which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has positive refractive power and was fixed, The 2nd lens group which performs a variable power operation by having negative refractive power and moving in an optical-axis top, The zoom lens which has positive refractive power and was equipped with the fixed 3rd lens group and the 4th lens group which moves in an optical-axis top so that the image surface which has positive refractive power and is changed by change of variable power or the object distance may be maintained at a fixed position from datum level Plane of incidence which consists of a curved surface on which the aforementioned 3rd lens group turns a convex to a body side, and has predetermined curvature The optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence from the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction The outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side

[Claim 2] The 1st lens group which is characterized by providing the following, which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has negative refractive power and can move in an optical-axis top, Have positive refractive power and it has the fixed 2nd lens group and positive refractive power. The zoom lens which it has the 3rd lens group which can move in an optical-axis top, and the air interval between the aforementioned 1st lens group and the aforementioned 2nd lens group and the air interval between the aforementioned 2nd lens group and the aforementioned 3rd lens group are changed, and performs a variable power operation Plane of incidence which consists of a curved surface on which the aforementioned 2nd lens group turns a convex to a body side, and has predetermined curvature The optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light, which carried out incidence from the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction The outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side

[Claim 3] The zoom lens according to claim 1 or 2 whose plane of incidence of the aforementioned prism is the aspheric surface.

[Claim 4] The zoom lens according to claim 1 or 2 with which the aforementioned prism was formed by plastics.

---

[Translation done.]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

## [Detailed Description of the Invention]

## [0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the suitable compact for a video camera or a digital still camera, and a low cost zoom lens.

## [0002]

[Description of the Prior Art] In the zoom lens for the former and video cameras The 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side as an object for high variable power from the body side and which has positive refractive power and was fixed, So that it has negative refractive power, and it may have the 2nd lens group which performs a variable power operation by moving in an optical-axis top, the 3rd lens group which has positive refractive power and was fixed, and positive refractive power and the image surface changed by variable power may be maintained at a fixed position from datum level Moreover, the zoom lens of 4 group composition equipped with the 4th lens group which moves in an optical-axis top for a focus is known well. moreover, a variable power ratio as a zoom lens about 2 to 3 times, and for low digital still cameras The zoom lens of 2 group composition equipped with the 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has negative refractive power, and the 2nd lens group which has positive refractive power, Or the zoom lens of 3 group composition equipped with the 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has negative refractive power, the 2nd lens group which has positive refractive power, and the 3rd lens group which has positive refractive power is known well.

[0003] In the latest noncommercial video camera, a miniaturization progresses, the demand of the miniaturization to a lens is still stronger, and a compact design and the compact camera body are called for. Then, in order to shorten the overall length of a taking-lens system, it is possible to strengthen refractive power of each lens group. However, if refractive power of each lens group is strengthened, the fall of the optical-character ability by increase of the Petzval sum or increase of assembly eccentricity is caused, and it cannot be called the technology suitable recently for a mainstream high pixel image pick-up element.

[0004] The technology which shortens the depth size of optical system is known by arranging prism and a mirror inside a lens system and on the other hand, bending 90 degrees of optical axis. In JP,8-248318,A, the technology which shortens the depth size of optical system is proposed by arranging a rectangular prism in the 1st lens group, and bending 90 degrees of optical axis. However, in having arranged prism in the 1st lens group, since a lens overall length also becomes long and composition number of sheets moreover increases while the outer diameter of the 1st lens group (front ball : lens near a photographic subject) becomes large, the compact camera body cannot be obtained. Moreover, in JP,10-20191,A, a rectangular prism is arranged between the 3rd lens group and the 4th lens group, and the optical system which bent 90 degrees of optical axis is proposed. However, also in this composition, the space for arranging prism will be needed between the 3rd lens group and the 4th lens group like what is proposed in above-mentioned JP,8-248318,A, and a lens overall length will become long. Moreover, since prism is needed apart from a lens ball as an element which constitutes a zoom

lens, it becomes disadvantageous in respect of cost.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As explained above, since the lens overall length also became long and part mark of optical system which used prism for miniaturization of a zoom lens system moreover increased while front \*\*\*\* became large, it had the trouble that a manufacturing cost became high.

[0006] It is made in order that this invention may solve the aforementioned technical problem in the conventional technology, and there are few components and it aims at offering a compact and highly efficient zoom lens with a short depth size.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the aforementioned purpose, the 1st composition of the zoom lens concerning this invention The 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has positive refractive power and was fixed, The 2nd lens group which performs a variable power operation by having negative refractive power and moving in an optical-axis top, Have positive refractive power and it has the fixed 3rd lens group and positive refractive power. It is the zoom lens equipped with the 4th lens group which moves in an optical-axis top so that the image surface changed by change of variable power or the object distance may be maintained at a fixed position from datum level. It is characterized by being constituted by the prism which has the plane of incidence which consists of a curved surface on which the aforementioned 3rd lens group turns a convex to a body side, and has predetermined curvature, the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence from the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side. Since the prism which has the plane of incidence which consists of a curved surface which turns a convex to a body side for the 3rd lens group, and has predetermined curvature, the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence from the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side constituted according to the 1st composition of this zoom lens, it is compact and the zoom lens of a low cost can be realized. Moreover, since a prism operation and a refraction operation can be made to be able to unify and a component can be cut down, the further miniaturization can be attained.

[0008] Moreover, the 2nd composition of the zoom lens concerning this invention The 1st lens group which has been arranged in order toward an image surface side from the body side and which has negative refractive power and can move in an optical-axis top, Have positive refractive power and it has the fixed 2nd lens group and positive refractive power. It has the 3rd lens group which can move in an optical-axis top. The air interval between the aforementioned 1st lens group and the aforementioned 2nd lens group, And the plane of incidence which consists of a curved surface which it is the zoom lens which the air interval between the aforementioned 2nd lens group and the aforementioned 3rd lens group is changed, and performs a variable power operation, and the aforementioned 2nd lens group turns a convex to a body side, and has predetermined curvature, It is characterized by consisting of aforementioned plane of incidence with the prism which has the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side. Also by the 2nd composition of this zoom lens, the same operation effect as the 1st composition of the above is acquired.

[0009] Moreover, in the 1st of the zoom lens of the aforementioned this invention, or the 2nd composition, it is desirable that the plane of incidence of the aforementioned prism is the aspheric surface. according to this desirable example — aberration — enough — an amendment — since things are made, a highly efficient zoom lens is realizable

[0010] Moreover, in the 1st of the zoom lens of the aforementioned this invention, or the 2nd composition, it is desirable that the aforementioned prism is formed by plastics. Thus, if prism is formed by cheap plastics, a highly efficient zoom lens is realizable by the low cost.

[Embodiments of the Invention] Hereafter, this invention is explained still more concretely using the gestalt of operation.

[0012] [Gestalt of the 1st operation] drawing 1 is the plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 1st of this invention. As shown in drawing 1, the zoom lens in the gestalt of this operation From a body side ( drawing 1 left-hand side) to an image surface side (in drawing 1) It is optically constituted by equivalent monotonous glass EG with the 1st lens group 1 arranged in order toward the bottom bordering on the 3rd lens group 3, the 2nd lens group 2, drawing S, the 3rd lens group 3, the 4th lens group 4, the covering glass of an image pck-up element, the low pass filter, etc.

[0013] The 1st lens group 1 has positive refractive power, and is in the state where it was fixed. The 2nd lens group 2 has negative refractive power, and performs a variable power operation by moving in an optical-axis top. The 3rd lens group 3 has positive refractive power, and is in the state where it was fixed. The 4th lens group 4 has positive refractive power, and it moves in an optical-axis top so that the image surface changed by change of variable power or the object distance may be maintained at a fixed position from datum level.

[0014] The 1st lens group 1 is constituted by negative-lens 1a arranged sequentially from a body side, positive-lens 1b, and positive-meniscus-lens 1c which turned the convex to the body side. The 2nd lens group 2 is constituted by the cemented lens of negative-lens 2a arranged sequentially from a body side, and biconcave lens 2b and positive-lens 2c. The 3rd lens group 3 is constituted by the prism TP which has the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence of the body side from the suitable plane of incidence and the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side. Here, the plane of incidence which constitutes Prism TP turns a convex to a body side, and consists of a curved surface which has predetermined curvature. The 4th lens group 4 is constituted by the cemented lens of negative-lens 4a and 1st positive-lens 4b which have been arranged sequentially from a body side, and 2nd positive-lens 4c.

[0015] Thus, since the prism TP which has the plane of incidence which consists of a curved surface which turns a convex to a body side for the 3rd lens group 3, and has predetermined curvature in the form of this operation, the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence from the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side constituted, it is compact and the zoom lens of a low cost can be realized.

Moreover, in this way, by having made the prism operation and the refraction operation unify, a component can be cut down and the further miniaturization can be attained.

[0016] As for the plane of incidence (the 12th page) of the prism TP which constitutes the 3rd lens group 3, it is desirable that it is the aspheric surface, and it can write the aspheric surface configuration by the following (several 1).

[A-one number]

Distance from a x axis and an optical axis is made to h, r is made into the radius of curvature of the criteria spherical surface for  $x=(h^2 / r)/(1+(K+1) h^2 / r^2)1/2+Ah^4+Bh^6+Ch^8+Dh^{10}$ , however the direction of an optical axis, and it is as the aspheric surface coefficients K, A, B, C, and D showing below (Table 1).

[0017] thus, the thing for which plane of incidence (the 12th page) of the prism TP which constitutes the 3rd lens group 3 is made into the aspheric surface -- aberration -- enough -- an amendment -- since things are made, a highly efficient zoom lens is realizable

[0018] The example of a concrete numeric value of the zoom lens in the gestalt of this operation is shown in the following (Table 1).

[Table 1]

= f 4.54-43.5 F / 1.67 - F/2.42 r 1 39.814 d 1 0.863 n 1 1.80518 nu 1 25.4 r 2 19.575 d 2 4.500 n 2 1.58913 nu 2 61.2 r 3 -74.147 d 3 0.113 r 4 15.757 d 4 2.063 n 3 1.58913 nu 3 61.2 r 5 27.569 d 5 Adjustable r6 21.895 d 6 0.525 n 4 1.69680 nu 4 55.5 r 7 5.688 d 7 2.969 r 8 -7.571 d 8 0.525 n 5 1.62280 nu 5 56.8 r 9 7.815 d 9 1.913 n 6 1.80518 nu 6 25.4 r10 191.722 d10 Adjustable r11 It extracts. d11 0.75 r12\* 14.246 d12 6.000 n 7 1.56384 nu 7 60.8 r13 Reflector d13 6.000 n 7

1.56384 nu 7 60.8 r14 -49.617 d14 Adjustable r15 46.152 d15 0.525 n 8 1.84666 nu 8 23.8 r16 10.048 d16 2.588 n 9 1.58913 nu 9 61.2 r17 -24.592 d17 0.113 r18 12.281 d18 1.575 n 10 1.58913 nu 10 61.2 r19 -221.637 d19 Adjustable r20 infinity d20 3.945 n 11 1.51633 nu 11 64.1 r21 infinity Adjustable interval : [ f ] d 5 d10 d14 d19 4.54 0.602 17.218 5.032 3.750 19.5 13.041 4.778 2.381 6.401 43.5 17.066 0.753 5.032 3.750 The 12th page aspheric surface coefficient K 0.8042 A - 1.72753x10-4 B 4.25529x10-7C -4.62978x10-9 In the D-9.24292x10 -11 above (Table 1) r1, r2, and ... the radius of curvature of lens each side counted sequentially from the body side (mm) -- d1, d2, and ... the thickness of each lens counted sequentially from the body side (mm), or the air interval between each lens -- In the Abbe number and f to d line of each lens which counted the refractive index, nu1 and nu2, and ... to d line of each lens which counted n1, n2, and ... sequentially from the body side sequentially from the body side, the focal distance of the whole system and F/show the f number.

[0019] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of this operation, the mid-position (normal valve position), and a tele edge (tele edge) is shown in drawing 2 - drawing 4. The value [ on each drawing and as opposed to / as opposed to / an F line / in F ] C line in C / is shown, respectively. Moreover, in each drawing, S shows the sagittal curvature of field and M shows the meridional curvature of field, respectively. Moreover, omega (degree) shows the incidence field angle.

[0020] According to the composition of the zoom lens in the gestalt of this operation, the small good optical-character ability of aberration is realizable so that clearly from these aberration performance charts ( drawing 2 - drawing 4 ).

[0021] [Gestalt of the 2nd operation] drawing 5 is the plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 2nd of this invention. As shown in drawing 5 , the zoom lens in the gestalt of this operation From a body side ( drawing 5 left-hand side) to an image surface side (in drawing 5 ) It is optically constituted by equivalent monotonous glass EG with the 1st lens group 5 arranged in order toward the bottom bordering on the 3rd lens group 7, the 2nd lens group 6, drawing S, the 3rd lens group 7, the 4th lens group 8, the covering glass of an image pck-up element, the low pass filter, etc.

[0022] The 1st lens group 5, the 2nd lens group 6, and the 3rd lens group 7 have the respectively same composition as the 1st lens group 1 in the gestalt of implementation of the above 1st, the 2nd lens group 2, and the 3rd lens group 3, and function similarly. That is, 5a, 5b, and 5c are equivalent to 1a, 1b, and 1c of drawing 1 among drawing 5 , respectively, 6a, 6b, and 6c are equivalent to 2a, 2b, and 2c of drawing 1 , respectively, and TP is equivalent to TP of drawing 1 .

[0023] The 4th lens group 8 has positive refractive power, and it moves in an optical-axis top so that the image surface changed by change of variable power or the object distance may be maintained at a fixed position from datum level. This 4th lens group 8 is constituted by the cemented lens of 1st positive-lens 8a arranged sequentially from a body side, and 2nd positive-lens 8b and negative-lens 8c (composition which made reverse arrangement sequence of each lens of the 4th lens group 4 in the gestalt of implementation of the above 1st).

[0024] Moreover, as for Prism TP, being formed by plastics is desirable. If Prism TP is formed by cheap plastics, a highly efficient zoom lens is realizable by the low cost. the following -- also in the gestalt of the 3rd and the 4th operation, it is the same

[0025] The example of a concrete numeric value of the zoom lens in the gestalt of this operation is shown in the following (Table 2).

[Table 2]

= f 4.49-43.2 F / 1.67 - F/2.39 r 1 40.926 d 1 0.860 n 1 1.80518 nu 1 25.5 r 2 19.573 d 2 4.500 n 2 1.58913 nu 2 61.2 r 3 -67.901 d 3 0.100 r 4 16.506 d 4 2.150 n 3 1.58913 nu 3 61.2 r 5 29.912 d 5 Adjustable r6 28.699 d 6 0.525 n 4 1.69680 nu 4 55.5 r 7 6.042 d 7 2.950 r 8 -8.014 d 8 0.525 n 5 1.62280 nu 5 56.9 r 9 7.644d 9 2.200 n 6 1.80518 nu 6 25.5 r10 101.356 d10 Adjustable r11 It extracts. d11 0.75 r12\* 11.965 d12 6.000 n 7 1.51000 nu 7 57.0 r13 Reflector d13 6.000 n 7 1.51000 nu 7 57.0 r14 -116.526 d14 Adjustable r15-52.340 d15 2.250 n 8 1.60311 nu 8 60.6 r16 -13.829 d16 0.120 r17 9.696 d17 2.950 n 9 1.56384 nu 9 60.8 r18 -11.104 d18 0.600 n10 1.84666nu10 23.8 r19 -572.386 d19 Adjustable r20 infinity d20 3.945 n11 1.51633 nu 11 64.1 r21

infinity Adjustable interval : [ f ] d 5 d10 d14 d19 4.49 0.600 17.217 5.230 3.500 19.5 13.000 4.817 2.580 6.150 43.2 17.066 0.751 5.230 3.500 The 12th page aspheric surface coefficient K 0.5803 A -1.89274x10-4 B-8.68658x10-7 C-1.12939x10-8 Shown meanings, such as each sign of the D 6.66293x10 -10 above (Table 2), are the same as that of the above (Table 1).

[0026] The aberration performance chart at the time of the quiescence in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of this operation, the mid-position (normal valve position), and a tele edge (tele edge) is shown in drawing 6 – drawing 8 . Shown meanings, such as each sign of drawing 6 – drawing 8 , are the same as that of drawing 2 – drawing 4 .

[0027] According to the zoom lens in the gestalt of this operation, it turns out like the gestalt of implementation of the above 1st that the small good optical-character ability of aberration is realizable so that clearly from these aberration performance charts ( drawing 6 – drawing 8 ).

[0028] [Gestalt of the 3rd operation] drawing 9 is the plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 3rd of this invention. As shown in drawing 9 , the zoom lens in the gestalt of this operation is optically constituted from the body side ( drawing 9 left-hand side) by equivalent monotonous glass EG with the 1st lens group 9 arranged in order toward an image surface side (it is the bottom bordering on the 2nd lens group 10 at drawing 9 ), the 2nd lens group 10, the 3rd lens group 11, the covering glass of an image pck-up element, the low pass filter, etc.

[0029] The 1st lens group 9 has negative refractive power, and can move in an optical-axis top. The 2nd lens group 10 has positive refractive power, and is in the state where it was fixed. The 3rd lens group 11 has positive refractive power, and can move in an optical-axis top. And in the zoom lens of the form of this operation, variable power is performed the air interval between the 1st lens group 9 and the 2nd lens group 10, and by reaching and changing the air interval between the 2nd lens group 10 and the 3rd lens group 11.

[0030] The 1st lens group 9 is constituted by 1st negative-lens 9a arranged sequentially from a body side, 2nd negative-lens 9b, and positive-lens 9c. The 2nd lens group 10 is constituted by the prism TP which has the optical-path conversion side which bends mostly the optical path of the light which carried out incidence of the body side from the suitable plane of incidence and the aforementioned plane of incidence in the right-angled direction, and the outgoing radiation side it turned [ side ] to the image surface side. Here, the plane of incidence which constitutes Prism TP turns a convex to a body side, and consists of a curved surface which has predetermined curvature. The 3rd lens group 11 is constituted by 1st positive-lens 11a arranged sequentially from a body side, negative-lens 11b, 2nd positive-lens 11c, and the 11d of the 3rd positive lens.

[0031] As for the plane of incidence (the 7th page) of the prism TP which constitutes the 2nd lens group 10, it is desirable that it is the aspheric surface, and the aspheric surface configuration is written by the above (several 1).

[0032] Moreover, as for Prism TP, being formed by plastics is desirable.

[0033] The example of a concrete numeric value of the zoom lens in the form of this operation is shown in the following (Table 3).

[Table 3]

= f 3.75-7.40 F / 2.59 – F/3.40 r 1 12.526 d 1 0.700 n 1 1.69680 nu 1 55.5 r 2 5.496 d 2 2.350 r 3 -859.486 d 3 0.660 n 2 1.71300 nu 2 53.9 r 4 7.078 d 4 1.085 r 5 6.865 d 5 1.800 n 3 1.84666 nu 3 23.8 r 6 10.981 d 6 Adjustable r 7\* 12.765 d 7 2.800 n 4 1.51000 nu 457.0 r 8 Reflector d 8 2.300 n 4 1.51000 nu 4 57.0 r 9 0.000 d 9 Adjustable r 10 5.172 d 10 2.150 n 5 1.77250 nu 5 49.6 r 11 -16.778 d 11 0.900 r 12 -6.263 d 12 0.535 n 6 1.80518 nu 6 25.5 r 13 5.378 d 13 0.450 r 14 61.312 d 14 1.600 n 7 1.70154 nu 7 41.2 r 15 -8.532 d 15 0.100 r 16 10.656 d 16 1.600 n 8 1.74400 nu 8 44.9 r 17 16630.647 d 17 Adjustable r 18 infinity d 18 3.200 n 9 1.51633 nu 9 64.1 r 19 infinity Adjustable interval : [ f ] d 6 d 9 d 17 3.75 8.550 4.750 0.500 5.30 3.355 3.085 2.165 7.40 0.555 1.120 4.130

The 7th page aspheric surface coefficient K 0.0000 A -2.14856x10-4 B 1.03839x10-6 C -1.27853x10-8 D Shown meanings, such as each sign of the 1.30570x10 -10 above (Table 3), are the same as that of the above (Table 1).

[0034] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the form of this operation, the mid-position (normal valve position), and a tele edge (tele edge) is

shown in drawing 10 – drawing 12. Shown meanings, such as each sign of drawing 10 – drawing 12, are the same as that of drawing 2 – drawing 4.

[0035] According to the zoom lens in the form of this operation, it turns out like the form of implementation of the above 1st that the small good optical-character ability of aberration is realizable so that clearly from these aberration performance charts ( drawing 10 – drawing 12 ).

[0036] [Form of the 4th operation] drawing 13 is the plot plan showing the composition of the zoom lens in the form of operation of the 4th of this invention. As shown in drawing 13, the zoom lens in the form of this operation is optically constituted from the body side ( drawing 13 left-hand side) by equivalent monotonous glass EG with the 1st lens group 12 arranged in order toward an image surface side (it is the bottom bordering on the 2nd lens group 13 at drawing 13 ), the 2nd lens group 13, the 3rd lens group 14, the covering glass of an image pick-up element, the low pass filter, etc.

[0037] The 2nd lens group 13 and the 3rd lens group 14 have the respectively same composition as the 2nd lens group 10 in the gestalt of implementation of the above 3rd, and the 3rd lens group 11, and function similarly. That is, TP is equivalent to TP of drawing 9 among drawing 13, and it is equivalent to 11a, 11b, 11c, and 11d of drawing 9 14a, 14b, 14c, and 14d, respectively.

[0038] The 1st lens group 12 has negative refractive power, and can move in an optical-axis top. This 1st lens group 12 is constituted by 1st negative-lens 12a arranged sequentially from a body side, positive-lens 12b, and 2nd negative-lens 12c (composition which made reverse arrangement sequence of the 2nd negative lens of the 1st lens group 9 and positive lens in the form of implementation of the above 3rd).

[0039] The example of a concrete numeric value of the zoom lens in the form of this operation is shown in the following (Table 4).

[Table 4]

= f 3.74-7.25 F / 2.48 – F/3.14 r 1 15.447 d 1 0.700 n 1 1.77250 nu 1 49.6 r 2 6.236 d 2 2.355 r 3 -18.311 d 3 1.260 n 2 1.84666 nu 2 23.8 r 4 -9.558 d 4 1.084 r 5 -9.227 d 5 0.560 n 3 1.77250 nu 3 49.6 r 6 147.578 d 6 Adjustable r 7 11.370 d 7 2.800 n 4 1.51000 nu 4 57.0 r 8 Reflector d 8 2.300 n 4 1.51000nu 4 57.0 r 9 0.000d9 Adjustable r10 5.440 d10 2.150 n 5 1.77250 nu 5 49.6 r11-29.318 d11 0.898 r12 -7.133 d12 0.535 n 6 1.80518nu 6 25.5 r13 6.192 d13 0.450 r14 -259.635 d14 1.600 n 7 1.72000 nu 7 50.3 r15 -7.466 d150.105r16 10.973 d16 1.600 n 8 1.74400 nu 8 44.9 r17 -85.537 d17 Adjustable r18 infinity d18 3.200 n 9 1.51633 nu 9 64.1 r19 infinity Adjustable interval : [ f ] d 6 d 9 d17 3.73 8.455 4.738 0.411 5.21 3.356 3.086 2.063 7.25 0.552 1.123 Shown meanings, such as each sign of the 4.025 above (Table 4), are the same as that of the above (Table 1).

[0040] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the form of this operation, the mid-position (normal valve position), and a tele edge (tele edge) is shown in drawing 14 – drawing 16. Shown meanings, such as each sign of drawing 14 – drawing 16, are the same as that of drawing 2 – drawing 4.

[0041] According to the zoom lens in the form of this operation, it turns out like the form of implementation of the above 3rd that the small good optical-character ability of aberration is realizable so that clearly from these aberration performance charts ( drawing 14 – drawing 16 ).

[0042]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the zoom lens of this invention, a compact and highly efficient zoom lens with a short depth size is realizable by using the prism which made the prism operation and the refraction operation unify.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 2] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 3] The aberration performance chart in the mid-position (normal valve position) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 4] The aberration performance chart in the tele edge (tele edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 1st of this invention

[Drawing 5] The plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 6] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 7] The aberration performance chart in the mid-position (normal valve position) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 8] The aberration performance chart in the tele edge (tele edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 2nd of this invention

[Drawing 9] The plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 3rd of this invention

[Drawing 10] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 3rd of this invention

[Drawing 11] The aberration performance chart in the mid-position (normal valve position) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 3rd of this invention

[Drawing 12] The aberration performance chart in the tele edge (tele edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 3rd of this invention

[Drawing 13] The plot plan showing the composition of the zoom lens in the gestalt of operation of the 4th of this invention

[Drawing 14] The aberration performance chart in the wide angle edge (wide edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 4th of this invention

[Drawing 15] The aberration performance chart in the mid-position (normal valve position) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 4th of this invention

[Drawing 16] The aberration performance chart in the tele edge (tele edge) of the zoom lens of the gestalt of operation of the 4th of this invention

## [Description of Notations]

1, 5, 9, 12 The 1st lens group

2, 6, 10, 13 The 2nd lens group

3, 7, 11, 14 The 3rd lens group

4 Eight The 4th lens group

S Drawing

TP Prism

EG It is [ the covering glass of an image pick-up element, a low pass filter, etc. and ] equivalent

monotonous glass optically.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-169088

(P2002-169088A)

(43)公開日 平成14年6月14日 (2002.6.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 2 B 15/16  
13/18

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

G 0 2 B 15/16  
13/18

2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-370178(P2000-370178)

(22)出願日 平成12年12月5日 (2000.12.5)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 北岡 泰久

香川県高松市古新町8番地の1 松下寿電子工業株式会社内

(72)発明者 西條 弘之

香川県高松市古新町8番地の1 松下寿電子工業株式会社内

(74)代理人 100095555

弁理士 池内 寛幸 (外5名)

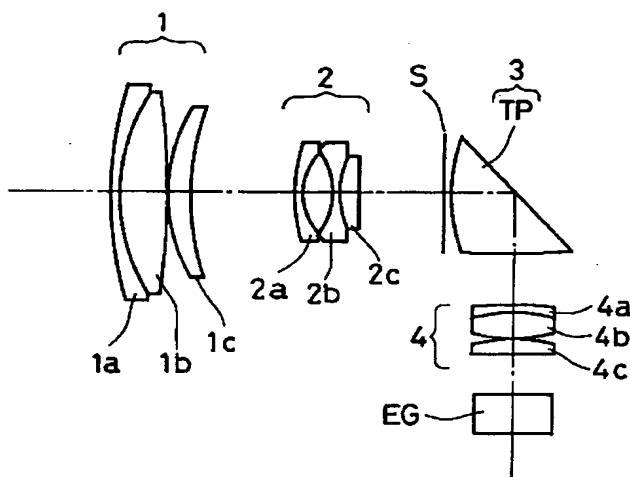
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ

(57)【要約】

【課題】 構成要素が少なく、奥行き寸法の短いコンパクトで高性能なズームレンズを提供する。

【解決手段】 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、固定された状態にある第1レンズ群1と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群2と、正の屈折力を有し、固定された状態にある第3レンズ群3と、正の屈折力を有し、変倍又は物体距離の変化によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群4とによりズームレンズを構成する。第3レンズ群3を、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムTPにより構成し、プリズム作用と屈折作用とを一体化させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し、固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し、変倍又は物体距離の変化によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、前記第3レンズ群が、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムによって構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】 物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有し、光軸上を移動し得る第1レンズ群と、正の屈折力を有し、固定された第2レンズ群と、正の屈折力を有し、光軸上を移動し得る第3レンズ群とを備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の空気間隔、及び前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の空気間隔を変化させて変倍作用を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群が、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムによって構成されたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項3】 前記プリズムの入射面が非球面である請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項4】 前記プリズムがプラスチックで形成された請求項1又は2に記載のズームレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ビデオカメラやデジタルスチルカメラに好適なコンパクトかつ低コストなズームレンズに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、ビデオカメラ用のズームレンズにおいては、高変倍用として、物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し、固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し、変倍によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように、また、合焦のために、光軸上を移動する第4レンズ群とを備えた4群構成のズームレンズがよく知られている。また、変倍比が2~3倍程度と低いデジタルスチルカメラ用のズームレンズとしては、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群とを備

えた2群構成のズームレンズ、あるいは、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有する第1レンズ群と、正の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とを備えた3群構成のズームレンズがよく知られている。

【0003】 最近の民生用ビデオカメラにおいては、小型化が進み、レンズに対する小型化の要求はますます強くなっています。コンパクトなデザイン、コンパクトなカメラボディが求められている。そこで、撮影レンズ系の全長を短くするために、各レンズ群の屈折力を強くすることが考えられる。しかし、各レンズ群の屈折力を強くすると、ペッターパークの増大による光学性能の低下あるいは組み立て偏心の増大等を招き、最近主流の高画素撮像素子に好適な技術とは言えない。

【0004】 一方、レンズ系の内部にプリズムやミラーを配置し、光軸を90°折り曲げることにより、光学系の奥行き寸法を短くする技術が知られている。特開平8-248318号公報においては、第1レンズ群内に直角プリズムを配置し、光軸を90°折り曲げることにより、光学系の奥行き寸法を短くする技術が提案されている。しかし、第1レンズ群内にプリズムを配置したのでは、第1レンズ群（前玉：被写体に最も近いレンズ）の外径が大きくなると共に、レンズ全長も長くなり、しかも構成枚数が多くなるので、コンパクトなカメラボディを得ることができない。また、特開平10-20191号公報においては、第3レンズ群と第4レンズ群との間に直角プリズムを配置して、光軸を90°折り曲げるようとした光学系が提案されている。しかし、この構成においても、上記特開平8-248318号公報において提案されているものと同様に、第3レンズ群と第4レンズ群との間にプリズムを配置するための空間が必要となって、レンズ全長が長くなってしまう。また、ズームレンズを構成する要素として、レンズ玉とは別にプリズムが必要となるため、コスト面で不利となる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 以上説明したように、ズームレンズ系のコンパクト化のためにプリズムを用いた光学系は、前玉径が大きくなると共に、レンズ全長も長くなり、しかも部品点数が多くなるので、製造コストが高くなるという問題点があった。

【0006】 本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、構成要素が少なく、奥行き寸法の短いコンパクトで高性能なズームレンズを提供することを目的とする。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明に係るズームレンズの第1の構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有し、固定された第1レンズ群と、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ

群と、正の屈折力を有し、固定された第3レンズ群と、正の屈折力を有し、変倍又は物体距離の変化によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とを備えたズームレンズであって、前記第3レンズ群が、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムによって構成されたことを特徴とする。このズームレンズの第1の構成によれば、第3レンズ群を、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムによって構成したので、コンパクトでかつ低コストのズームレンズを実現することができる。また、プリズム作用と屈折作用とを一体化させて、構成要素を削減することができるので、さらなるコンパクト化を図ることができる。

【0008】また、本発明に係るズームレンズの第2の構成は、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有し、光軸上を移動し得る第1レンズ群と、正の屈折力を有し、固定された第2レンズ群と、正の屈折力を有し、光軸上を移動し得る第3レンズ群とを備え、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間の空気間隔、及び前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間の空気間隔を変化させて変倍作用を行うズームレンズであって、前記第2レンズ群が、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムによって構成されたことを特徴とする。このズームレンズの第2の構成によっても、上記第1の構成と同様の作用効果が得られる。

【0009】また、前記本発明のズームレンズの第1又は第2の構成においては、前記プリズムの入射面が非球面であるのが好ましい。この好ましい例によれば、収差を十分に補正することができるので、高性能ズームレンズを実現することができる。

【0010】また、前記本発明のズームレンズの第1又は第2の構成においては、前記プリズムがプラスチックで形成されているのが好ましい。このように、プリズムを安価なプラスチックで形成すれば、低コストで高性能ズームレンズを実現することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、実施の形態を用いて本発明をさらに具体的に説明する。

【0012】【第1の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図である。図1に示すように、本実施の形態におけるズームレンズは、物体側（図1では、左側）から像面側（図

1では、第3レンズ群3を境として下側）に向かって順に配置された、第1レンズ群1と、第2レンズ群2と、絞りSと、第3レンズ群3と、第4レンズ群4と、撮像素子のガバーノードやローパスフィルター等と光学的に等価な平板硝子EGとにより構成されている。

【0013】第1レンズ群1は、正の屈折力を有し、固定された状態にある。第2レンズ群2は、負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う。第3レンズ群3は、正の屈折力を有し、固定された状態にある。第4レンズ群4は、正の屈折力を有し、変倍又は物体距離の変化によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する。

【0014】第1レンズ群1は、物体側から順に配置された、負レンズ1aと、正レンズ1bと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ1cとにより構成されている。第2レンズ群2は、物体側から順に配置された、負レンズ2aと、両凹レンズ2bと正レンズ2cとの接合レンズとにより構成されている。第3レンズ群3は、物体側を向いた入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムTPにより構成されている。ここで、プリズムTPを構成する入射面は、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなっている。第4レンズ群4は、物体側から順に配置された、負レンズ4aと第1の正レンズ4bとの接合レンズと、第2の正レンズ4cとにより構成されている。

【0015】このように、本実施の形態においては、第3レンズ群3を、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなる入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムTPによって構成したので、コンパクトでかつ低コストのズームレンズを実現することができる。また、このように、プリズム作用と屈折作用とを一体化させることにより、構成要素を削減して、さらなるコンパクト化を図ることができる。

【0016】第3レンズ群3を構成するプリズムTPの入射面（第12面）は非球面であるのが望ましく、その非球面形状は下記（数1）によって表記することができる。

【数1】

$$x = (h^2 / r) / (1 + (K+1) h^2 / r^2)^{1/2} + A h^4 + B h^6 + C h^8 + D h^{10}$$

但し、光軸方向をx軸、光軸からの距離をh、rを基準球面の曲率半径とし、非球面係数K、A、B、C、Dは下記（表1）に示すとおりである。

【0017】このように、第3レンズ群3を構成するプリズムTPの入射面（第12面）を非球面とすることにより、収差を十分に補正することができるので、高性能ズームレンズを実現することができる。

【0018】下記（表1）に、本実施の形態におけるズ

ームレンズの具体的数値例を示す。

[表1]

	f = 4.54~43.5		F/1.67~F/2.42			
r 1	39.814	d 1	0.863	n 1	1.80518	v 1 25.4
r 2	19.575	d 2	4.500	n 2	1.58913	v 2 61.2
r 3	-74.147	d 3	0.113			
r 4	15.757	d 4	2.063	n 3	1.58913	v 3 61.2
r 5	27.569	d 5	可変			
r 6	21.895	d 6	0.525	n 4	1.69680	v 4 55.5
r 7	5.688	d 7	2.969			
r 8	-7.571	d 8	0.525	n 5	1.62280	v 5 56.8
r 9	7.815	d 9	1.913	n 6	1.80518	v 6 25.4
r10	191.722	d10	可変			
r11	絞り	d11	0.75			
r12*	14.246	d12	6.000	n 7	1.56384	v 7 60.8
r13	反射面	d13	6.000	n 7	1.56384	v 7 60.8
r14	-49.617	d14	可変			
r15	46.152	d15	0.525	n 8	1.84666	v 8 23.8
r16	10.048	d16	2.588	n 9	1.58913	v 9 61.2
r17	-24.592	d17	0.113			
r18	12.281	d18	1.575	n10	1.58913	v 10 61.2
r19	-221.637	d19	可変			
r20	$\infty$	d20	3.945	n11	1.51633	v 11 64.1
r21	$\infty$					
可変間隔: f		d 5	d10	d14	d19	
		4.54	0.602	17.218	5.032	3.750
		19.5	13.041	4.778	2.381	6.401
		43.5	17.066	0.753	5.032	3.750

第12面非球面係数

K	0.8042
A	$-1.72753 \times 10^{-4}$
B	$4.25529 \times 10^{-7}$
C	$-4.62978 \times 10^{-9}$
D	$-9.24292 \times 10^{-11}$

上記(表1)において、r 1、r 2、…(mm)は物体側から順に数えたレンズ各面の曲率半径、d 1、d 2、…(mm)は物体側から順に数えた各レンズの肉厚又は各レンズ間の空気間隔、n 1、n 2、…は物体側から順に数えた各レンズのd線に対する屈折率、v 1、v 2、…は物体側から順に数えた各レンズのd線に対するアッペ数、fは全系の焦点距離、F／はFナンバーを示している。

【0019】図2～図4に、本実施の形態のズームレンズの広角端(ワイド端)、中間位置(ノーマル位置)、望遠端(テレ端)における収差性能図を示す。各図において、FはF線、CはC線に対する値をそれぞれ示している。また、各図において、Sはサジタル像面湾曲、Mはメリディオナル像面湾曲をそれぞれ示している。また、 $\omega$ (°)は入射画角を示している。

【0020】これらの収差性能図(図2～図4)から明らかなように、本実施の形態におけるズームレンズの構成によれば、収差の小さい良好な光学性能を実現することができる。

【0021】【第2の実施の形態】図5は本発明の第2の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図である。図5に示すように、本実施の形態におけるズームレンズは、物体側(図5では、左側)から像面側(図5では、第3レンズ群7を境として下側)に向かって順に配置された、第1レンズ群5と、第2レンズ群6と、絞りSと、第3レンズ群7と、第4レンズ群8と、撮像素子のカバー硝子やローパスフィルター等と光学的に等価な平板硝子EGとにより構成されている。

【0022】第1レンズ群5、第2レンズ群6、第3レンズ群7は、それぞれ上記第1の実施の形態における第

1レンズ群1、第2レンズ群2、第3レンズ群3と同じ構成を有し、同じように機能する。すなわち、図5中、5a、5b、5cはそれぞれ図1の1a、1b、1cに相当し、6a、6b、6cはそれぞれ図1の2a、2b、2cに相当し、TPは図1のTPに相当している。

【0023】第4レンズ群8は、正の屈折力を有し、変倍又は物体距離の変化によって変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する。この第4レンズ群8は、物体側から順に配置された、第1の正レンズ8aと、第2の正レンズ8bと負レンズ8cとの接

[表2]

		f = 4.49~43.2		F/1.67~F/2.39			
r 1	40.926	d 1	0.860	n 1	1.80518	v 1	25.5
r 2	19.573	d 2	4.500	n 2	1.58913	v 2	61.2
r 3	-67.901	d 3	0.100	n 3	1.58913	v 3	61.2
r 4	16.506	d 4	2.150	n 4	1.69680	v 4	55.5
r 5	29.912	d 5	可変	n 5	1.62280	v 5	56.9
r 6	28.699	d 6	0.525	n 6	1.80518	v 6	25.5
r 7	6.042	d 7	2.950				
r 8	-8.014	d 8	0.525				
r 9	7.644	d 9	2.200				
r10	101.356	d10	可変				
r11	絞り	d11	0.75				
r12*	11.965	d12	6.000	n 7	1.51000	v 7	57.0
r13	反射面	d13	6.000	n 7	1.51000	v 7	57.0
r14	-116.526	d14	可変				
r15	-52.340	d15	2.250	n 8	1.60311	v 8	60.6
r16	-13.829	d16	0.120				
r17	9.696	d17	2.950	n 9	1.56384	v 9	60.8
r18	-11.104	d18	0.600	n10	1.84666	v 10	23.8
r19	-572.386	d19	可変				
r20	$\infty$	d20	3.945	n11	1.51633	v 11	64.1
r21	$\infty$						
可変間隔: f		d 5	d10	d14	d19		
		4.49	0.600	17.217	5.230	3.500	
		19.5	13.000	4.817	2.580	6.150	
		43.2	17.066	0.751	5.230	3.500	

## 第1 2面非球面係数

K	0.5803
A	$-1.89274 \times 10^{-4}$
B	$-8.68658 \times 10^{-7}$
C	$-1.12939 \times 10^{-8}$
D	$6.66293 \times 10^{-10}$

上記(表2)の各記号等の示す意味は上記(表1)と同様である。

【0026】図6~図8に、本実施の形態のズームレンズの広角端(ワイド端)、中間位置(ノーマル位置)、望遠端(テレ端)における静止時の収差性能図を示す。図6~図8の各記号等の示す意味は図2~図4と同様で

合レンズとにより構成されている(上記第1の実施の形態における第4レンズ群4の各レンズの配置順序を逆にした構成)。

【0024】また、プリズムTPは、プラスチックで形成されるのが望ましい。プリズムTPを安価なプラスチックで形成すれば、低コストで高性能ズームレンズを実現することができる。下記第3及び第4の実施の形態においても同様である。

【0025】下記(表2)に、本実施の形態におけるズームレンズの具体的数値例を示す。

ある。

【0027】これらの収差性能図(図6~図8)から明らかのように、本実施の形態におけるズームレンズによれば、上記第1の実施の形態と同様に、収差の小さい良好な光学性能を実現できることが分かる。

【0028】[第3の実施の形態]図9は本発明の第3

の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図である。図9に示すように、本実施の形態におけるズームレンズは、物体側（図9では、左側）から像面側（図9では、第2レンズ群10を境として下側）に向かって順に配置された、第1レンズ群9と、第2レンズ群10と、第3レンズ群11と、撮像素子のカバー硝子やローパスフィルター等と光学的に等価な平板硝子EGにより構成されている。

【0029】第1レンズ群9は、負の屈折力を有し、光軸上を移動し得る。第2レンズ群10は、正の屈折力を有し、固定された状態にある。第3レンズ群11は、正の屈折力を有し、光軸上を移動し得る。そして、本実施の形態のズームレンズにおいては、第1レンズ群9と第2レンズ群10との間の空気間隔、及び第2レンズ群10と第3レンズ群11との間の空気間隔を変化させることにより、変倍が行われる。

【0030】第1レンズ群9は、物体側から順に配置された、第1の負レンズ9aと、第2の負レンズ9bと、

[表3]

		f = 3.75~7.40		F/2.59~F/3.40			
r 1	12.526	d 1	0.700	n 1	1.69680	v 1	55.5
r 2	5.496	d 2	2.350				
r 3	-859.486	d 3	0.660	n 2	1.71300	v 2	53.9
r 4	7.078	d 4	1.085				
r 5	6.865	d 5	1.800	n 3	1.84666	v 3	23.8
r 6	10.981	d 6	可変				
r 7*	12.765	d 7	2.800	n 4	1.51000	v 4	57.0
r 8	反射面	d 8	2.300	n 4	1.51000	v 4	57.0
r 9	0.000	d 9	可変				
r10	5.172	d10	2.150	n 5	1.77250	v 5	49.6
r11	-16.778	d11	0.900				
r12	-6.263	d12	0.535	n 6	1.80518	v 6	25.5
r13	5.378	d13	0.450				
r14	61.312	d14	1.600	n 7	1.70154	v 7	41.2
r15	-8.532	d15	0.100				
r16	10.656	d16	1.600	n 8	1.74400	v 8	44.9
r17	16630.647	d17	可変				
r18	$\infty$	d18	3.200	n 9	1.51633	v 9	64.1
r19	$\infty$						
可変間隔 : f		d 6	d 9	d17			
		3.75	8.550	4.750	0.500		
		5.30	3.355	3.085	2.165		
		7.40	0.555	1.120	4.130		

## 第7面非球面係数

K	0.0000
A	$-2.14856 \times 10^{-4}$
B	$1.03839 \times 10^{-6}$
C	$-1.27853 \times 10^{-8}$
D	$1.30570 \times 10^{-10}$

正レンズ9cにより構成されている。第2レンズ群10は、物体側を向いた入射面と、前記入射面から入射した光の光路をほぼ直角方向に折り曲げる光路変換面と、像面側を向いた出射面とを有するプリズムTPにより構成されている。ここで、プリズムTPを構成する入射面は、物体側に凸面を向け、所定の曲率を有する曲面からなっている。第3レンズ群11は、物体側から順に配置された、第1の正レンズ11aと、負レンズ11bと、第2の正レンズ11cと、第3の正レンズ11dにより構成されている。

【0031】第2レンズ群10を構成するプリズムTPの入射面（第7面）は非球面であるのが望ましく、その非球面形状は上記（数1）によって表記される。

【0032】また、プリズムTPは、プラスチックで形成されるのが望ましい。

【0033】下記（表3）に、本実施の形態におけるズームレンズの具体的な数値例を示す。

上記(表3)の各記号等の示す意味は上記(表1)と同様である。

【0034】図10～図12に、本実施の形態のズームレンズの広角端(ワイド端)、中間位置(ノーマル位置)、望遠端(テレ端)における収差性能図を示す。図10～図12の各記号等の示す意味は図2～図4と同様である。

【0035】これらの収差性能図(図10～図12)から明らかなように、本実施の形態におけるズームレンズによれば、上記第1の実施の形態と同様に、収差の小さい良好な光学性能を実現できることが分かる。

【0036】【第4の実施の形態】図13は本発明の第4の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図である。図13に示すように、本実施の形態におけるズームレンズは、物体側(図13では、左側)から像面側(図13では、第2レンズ群13を境として下側)に向かって順に配置された、第1レンズ群12と、第2レンズ群13と、第3レンズ群14と、撮像素子のカバー

[表4]

	f = 3.74～7.25		F/2.48～F/3.14				
r 1	15.447	d 1	0.700	n 1	1.77250	v 1	49.6
r 2	6.236	d 2	2.355	n 2	1.84666	v 2	23.8
r 3	-18.311	d 3	1.260	n 3	1.77250	v 3	49.6
r 4	-9.558	d 4	1.084	n 4	1.51000	v 4	57.0
r 5	-9.227	d 5	0.560	n 4	1.51000	v 4	57.0
r 6	147.578	d 6	可変	n 5	1.77250	v 5	49.6
r 7	11.370	d 7	2.800	n 6	1.80518	v 6	25.5
r 8	反射面	d 8	2.300	n 7	1.72000	v 7	50.3
r 9	0.000	d 9	可変	n 8	1.74400	v 8	44.9
r10	5.440	d10	2.150	n 9	1.51633	v 9	64.1
r11	-29.318	d11	0.898				
r12	-7.133	d12	0.535				
r13	6.192	d13	0.450				
r14	-259.635	d14	1.600				
r15	-7.466	d15	0.105				
r16	10.973	d16	1.600				
r17	-85.537	d17	可変				
r18	∞	d18	3.200				
r19	∞						
可変間隔:f		d 6	d 9	d17			
	3.73	8.455	4.738	0.411			
	5.21	3.356	3.086	2.063			
	7.25	0.552	1.123	4.025			

上記(表4)の各記号等の示す意味は上記(表1)と同様である。

【0040】図14～図16に、本実施の形態のズームレンズの広角端(ワイド端)、中間位置(ノーマル位置)、望遠端(テレ端)における収差性能図を示す。図14～図16の各記号等の示す意味は図2～図4と同様である。

硝子やローパスフィルター等と光学的に等価な平板硝子EGとにより構成されている。

【0037】第2レンズ群13、第3レンズ群14は、それぞれ上記第3の実施の形態における第2レンズ群10、第3レンズ群11と同じ構成を有し、同じように機能する。すなわち、図13中、TPは図9のTPに相当し、14a、14b、14c、14dはそれぞれ図9の11a、11b、11c、11dに相当している。

【0038】第1レンズ群12は、負の屈折力を有し、光軸上を移動し得る。この第1レンズ群12は、物体側から順に配置された、第1の負レンズ12aと、正レンズ12bと、第2の負レンズ12cとにより構成されている(上記第3の実施の形態における第1レンズ群9の第2の負レンズと正レンズとの配置順序を逆にした構成)。

【0039】下記(表4)に、本実施の形態におけるズームレンズの具体的な数値例を示す。

【0041】これらの収差性能図(図14～図16)から明らかなように、本実施の形態におけるズームレンズによれば、上記第3の実施の形態と同様に、収差の小さい良好な光学性能を実現できることが分かる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のズームレンズによれば、プリズム作用と屈折作用を一体化させた

プリズムを用いることにより、奥行き寸法の短いコンパクトで高性能なズームレンズを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図

【図2】本発明の第1の実施の形態のズームレンズの広角端（ワイド端）における収差性能図

【図3】本発明の第1の実施の形態のズームレンズの中間位置（ノーマル位置）における収差性能図

【図4】本発明の第1の実施の形態のズームレンズの望遠端（テレ端）における収差性能図

【図5】本発明の第2の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図

【図6】本発明の第2の実施の形態のズームレンズの広角端（ワイド端）における収差性能図

【図7】本発明の第2の実施の形態のズームレンズの中間位置（ノーマル位置）における収差性能図

【図8】本発明の第2の実施の形態のズームレンズの望遠端（テレ端）における収差性能図

【図9】本発明の第3の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図

【図10】本発明の第3の実施の形態のズームレンズの

広角端（ワイド端）における収差性能図

【図11】本発明の第3の実施の形態のズームレンズの中間位置（ノーマル位置）における収差性能図

【図12】本発明の第3の実施の形態のズームレンズの望遠端（テレ端）における収差性能図

【図13】本発明の第4の実施の形態におけるズームレンズの構成を示す配置図

【図14】本発明の第4の実施の形態のズームレンズの広角端（ワイド端）における収差性能図

【図15】本発明の第4の実施の形態のズームレンズの中間位置（ノーマル位置）における収差性能図

【図16】本発明の第4の実施の形態のズームレンズの望遠端（テレ端）における収差性能図

【符号の説明】

1、5、9、12 第1レンズ群

2、6、10、13 第2レンズ群

3、7、11、14 第3レンズ群

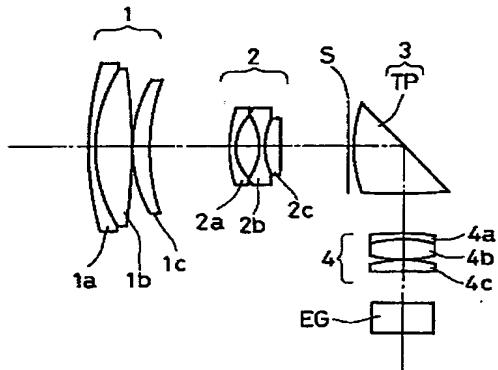
4、8 第4レンズ群

S 絞り

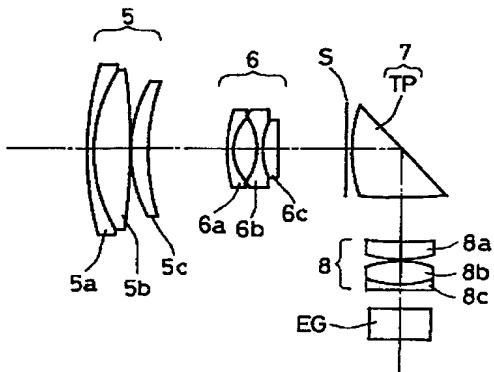
TP プリズム

EG 撮像素子のカバー硝子やローパスフィルター等と光学的に等価な平板硝子

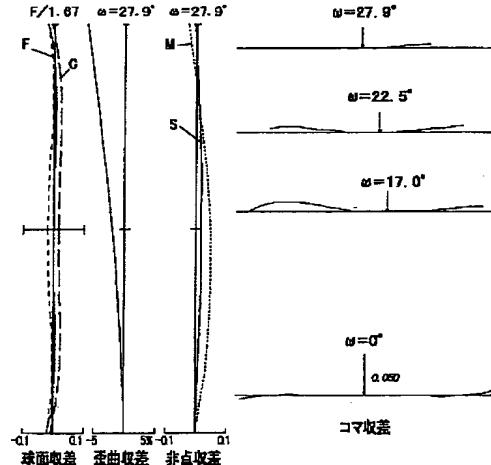
【図1】



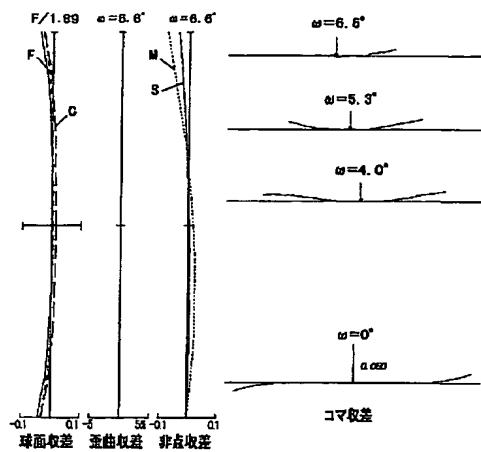
【図5】



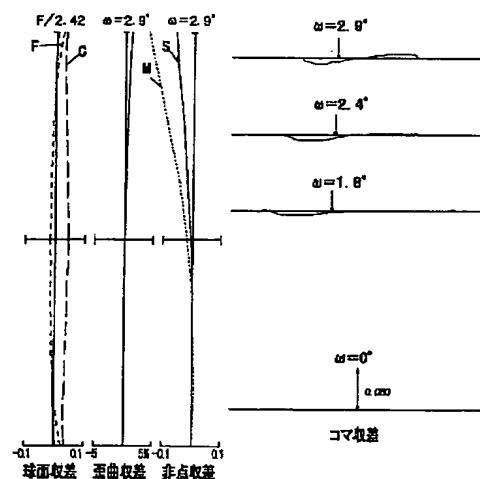
【図2】



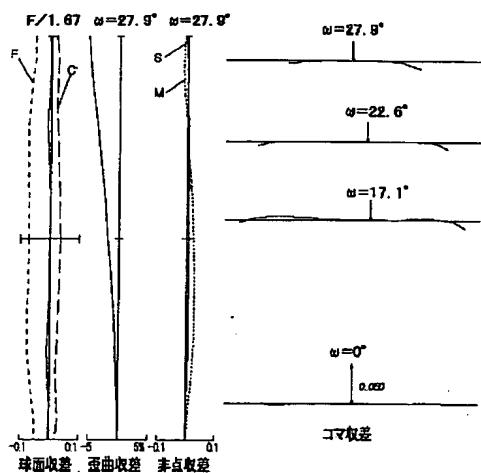
【図3】



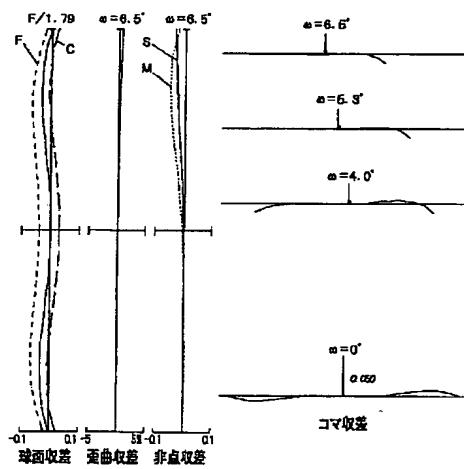
【図4】



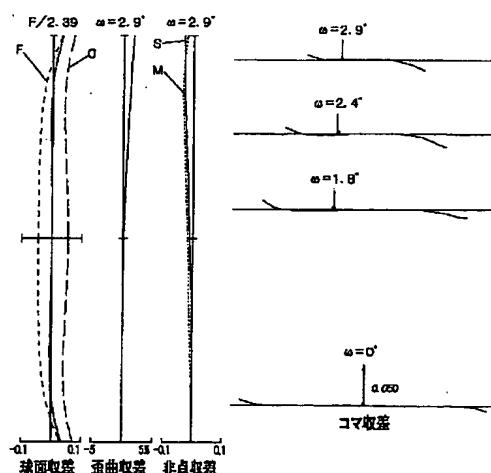
【図6】



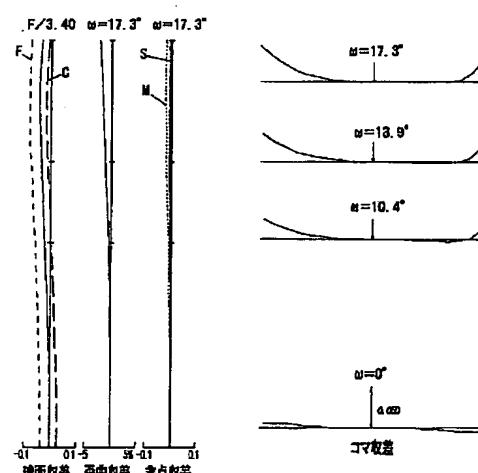
【図7】



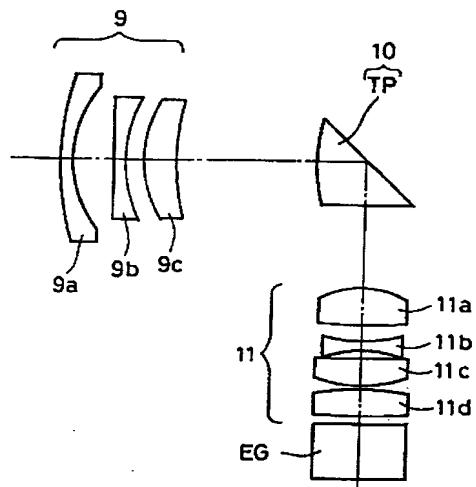
【図8】



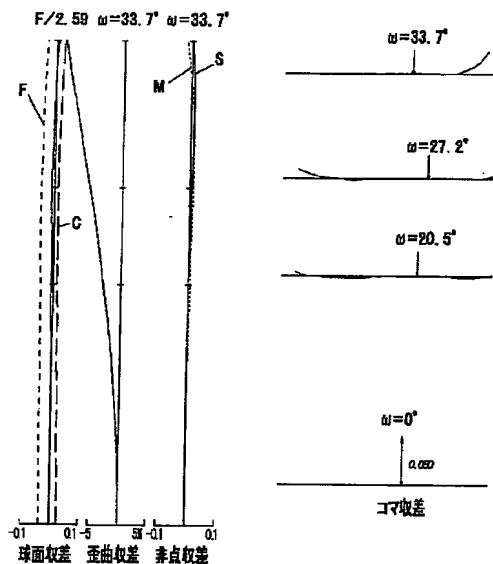
【図12】



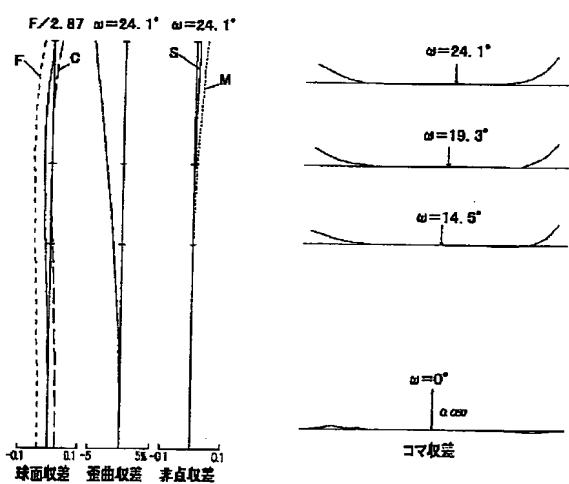
【図9】



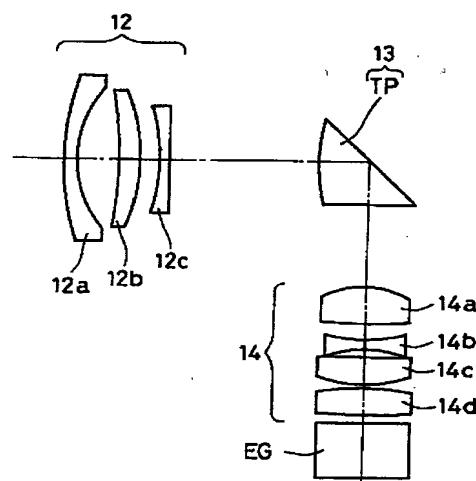
【図10】



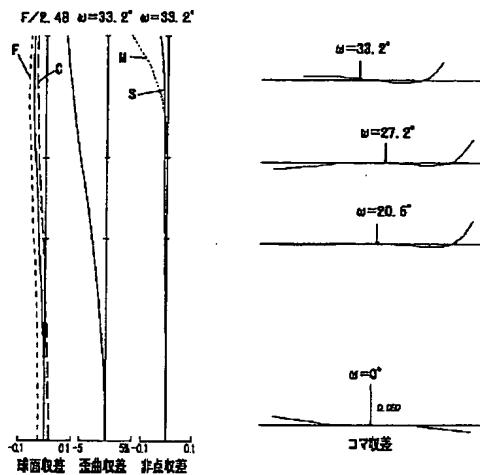
【図11】



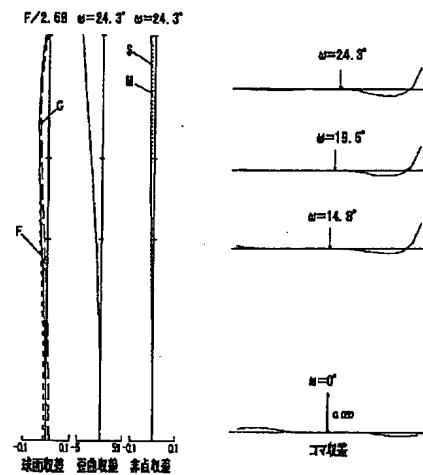
【図13】



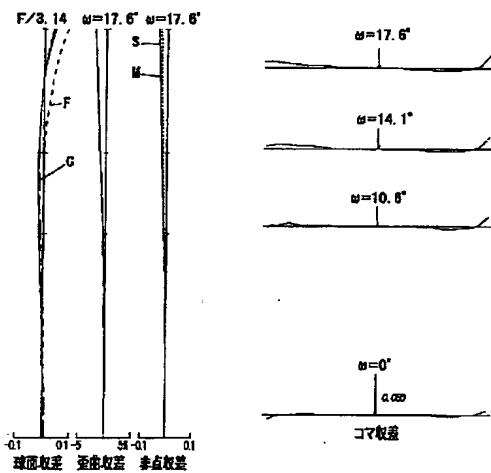
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA01 PA07 PA08 PA17 PA20  
 PB08 PB10 QA02 QA07 QA17  
 QA21 QA22 QA25 QA26 QA32  
 QA34 QA37 QA41 QA45 QA46  
 RA05 RA12 RA32 RA41 RA42  
 RA43 SA14 SA16 SA19 SA23  
 SA27 SA29 SA32 SA62 SA63  
 SA64 SA65 SA72 SA73 SA74  
 SB04 SB12 SB14 SB22 SB25  
 SB34 UA01

THIS PAGE BLANK (USPTO)